

KARAKTERISTIK SIFAT OPTIK LAPISAN TIPIS MATERIAL PCBM HIBRID KLOROFIL *Spirulina* sp. DENGAN METODE *SPIN COATING*

Nanik Widiastuti, Risa Suryana, Agus Supriyanto

Laboratorium Material Jurusan Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami No 36A Surakarta
E-mail: nanikw17@gmail.com

INTISARI

Telah dilakukan karakterisasi sifat optik untuk bahan sel surya dengan bahan organik dan turunan fullerene [6,6]-phenyl-C₆₁-butyric acid methyl ester (PCBM) yang menggunakan klorofil alam *Spirulina* sp. dan PCBM yang dibuat dengan menggunakan pelarut chlorobenzene. Fabrikasi lapisan aktif sel surya organik menggunakan metode spin coating dengan kecepatan putar 2500 rpm dan lama waktu putar 40 detik dengan suhu pemanasan 75 °C. Variasi dilakukan pada konsentrasi larutan yaitu 0,1% , 0,5% , 1% . Karakterisasi optik menunjukkan spektrum absorbansi klorofil terjadi pada panjang gelombang 430 nm dan 675 nm, sedangkan untuk PCBM spektrum absorbansi muncul pada panjang gelombang 350-400 nm. Pengujian sifat optik menggunakan spektrometer uv-visible lamda 25 dapat diketahui nilai absorbansi dengan konsentrasi 1% menunjukan nilai absorbansi yang terbaik dari pada yang lainnya.

Kata kunci: absorbansi, PCBM, klorofil, *spin coating*

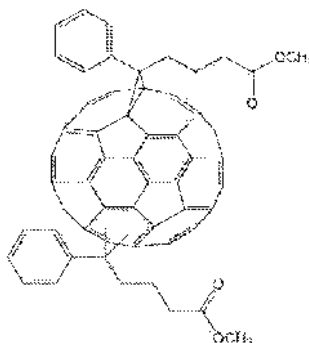
I. PENDAHULUAN

Penelitian sel surya yang saat ini sedang berkembang adalah menggunakan material organik dan polimer terkonjugasi. Polimer terkonjugasi memiliki elektron-p yang terdelokalisasi sehingga mampu menyerap sinar matahari, membentuk pembawa-pembawa muatan, mentransport muatan-muatan tersebut dan menghasilkan listrik. Penelitian dengan polimer terkonjugasi sangat berkembang pesat karena menawarkan proses pembuatan yang berbiaya murah, sederhana dan dapat dihasilkan efisiensi konversi yang tinggi [1]. Selain polimer konjugasi, bahan molekul semikonduktor organik juga dapat diaplikasikan sebagai bahan aktif sel surya, klorofil banyak dikembangkan sebagai sel surya generasi ketiga, baik sebagai DSSC maupun sel surya organik (SSO).

Penelitian terbaru menyatakan bahwa larutan klorofil dari *Spirulina* sp. telah memenuhi karakteristik sebagai bahan aktif pada sel surya [2] Syarat agar bahan tersebut sebagai bahan aktif sel surya yaitu bahan tersebut harus mampu menjadi medium transfer pembawa muatan listrik akibat foton yang diserap [3].

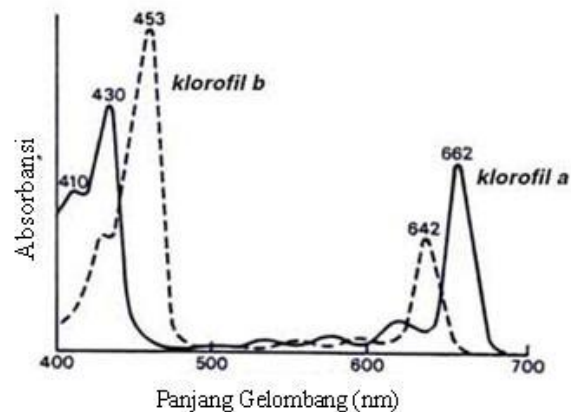
Kegiatan yang dilakukan pada penelitian ini adalah karakterisasi sifat optik yang berupa absorbansi material PCBM hibrid klorofil sebagai bahan untuk bahan sel surya organik dengan nilai serapan cahaya pada daerah cahaya tampak.

PCBM merupakan turunan fullerene, yaitu bahan akseptor elektron dalam hubungannya dengan bahan donor elektron seperti klorofil ataupun polimer lainnya[4]. PCBM mempunyai rumus molekul C₇₂H₇₂O₂ dengan berat molekul sebesar 910.88 g mol⁻¹ dengan struktur seperti pada Gambar 1. Ini menunjukkan mirip kristal-packing C₆₀ yang menghasilkan mobilitas elektron tinggi, dibandingkan dengan fullerene lainnya yang memiliki sifat elektronik yang sama, namun penyerapan secara signifikan lebih tinggi koefisien terutama pada panjang gelombang yang lebih pendek.



Gambar 1. Struktur PCBM (*Fenil C₆₁butyric acid methylester*)[5].

Klorofil merupakan komponen utama sebagai *photosensitizer* pada proses fotosintesis dari tumbuhan hijau [6]. Klorofil bertindak sebagai pengabsorpsi energi dari sinar matahari, sehingga ia berubah menjadi molekul yang berenergi tinggi, yang dapat melepaskan elektron dari molekul air dan photon dari oksigen. Ada beberapa jenis klorofil yang dijumpai sebagai hasil fotosintetik, tetapi jenis yang umum dijumpai pada tanaman tingkat tinggi adalah klorofil a dan b [7].



Gambar 2. Spektrum absorbansi klorofil a dan klorofil b [8].

Gambar 2 menunjukkan spektrum absorbansi dari larutan klorofil dari kedua jenis klorofil, baik klorofil a maupun klorofil b memiliki serapan cahaya pada panjang gelombang 400 nm - 490 nm dan pada rentang panjang gelombang 620 nm sampai 680 nm. Kandungan konsentrasi klorofil dengan spektrum serapan dipelajari untuk optimasi dilakukan guna mendapatkan larutan yang sesuai untuk optimasi sel surya organik.

II. METODE PENELITIAN

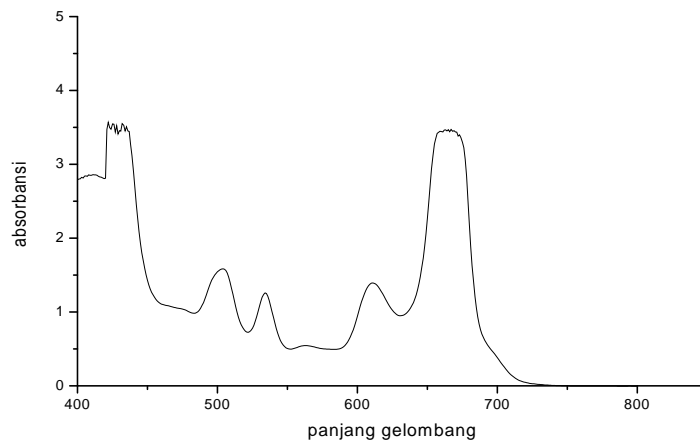
Penelitian meliputi pembuatan larutan PCBM menggunakan pelarut klorobenzen dengan tiga macam konsentrasi (0,1% , 0,5%, dan 1%), sedangkan klorofil yang digunakan adalah klorofil *Spirulina Sp.* Bahan aktif PCBM dan klorofil dicampur, kemudian ditumbuhkan dengan menggunakan metode *spin coating*. Adapun substrat yang digunakan berukuran $2 \times 1 \text{ cm}^2$ dan sebelum digunakan untuk pendesposisian substrat terlebih dahulu dibersihkan dengan *ultrasonic cleaner*. Campuran larutan PCBM dengan klorofil didesposisikan dengan kecepatan putar 2500 rpm selama 40 detik, kemudian dianeling dengan suhu 75°C selama 60 detik. Hasil fabrikasi lapisan tersebut diuji karakteristik sifat optik berupa absorbansi dengan menggunakan alat *spectrometer uv – vis lamda 25* dengan rentang panjang gelombang 300 – 800 nm. Dari hasil pengujian sifat optik tersebut, dilakukan perbandingan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

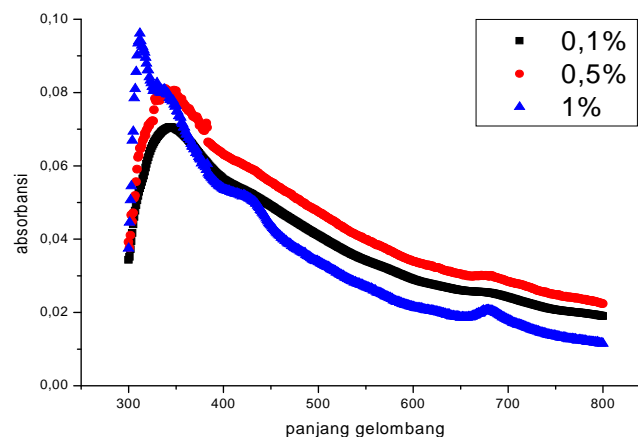
Klorofil yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *Spirulina sp.* dengan warna hijau kekuning-kuningan. Absorbansi menyatakan kemampuan suatu bahan dalam menyerap cahaya. Bahan organik mampu mengabsorpsi cahaya sebab bahan organik mengandung elektron valensi yang dapat dieksitasi ke tingkat energi yang lebih tinggi. Salah satu bahan organik tersebut adalah klorofil, dan bahan ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan aktif sel surya.

Gambar 3 menunjukkan karakteristik sifat optik klorofil terdapat dua puncak absorbansi, puncak yang pertama pada panjang gelombang 430 nm dan puncak ke dua pada panjang gelombang 675 nm. Cahaya matahari diserap oleh molekul-molekul klorofil dalam bentuk energi foton yang digunakan oleh elektron-elektron untuk bertransisi ke tingkat energi yang lebih tinggi. Cahaya yang datang akan digunakan untuk membawa elektron sehingga terjadi proses eksitasi elektron-elektron ke tingkat yang lebih tinggi. Semakin banyak cahaya yang diserap maka semakin banyak aliran elektron. Semakin banyak elektron yang tereksitasi, sehingga material yang memiliki kandungan klorofil terbanyak akan mampu menyerap foton cahaya secara maksimal dan menghasilkan listrik secara maksimal.

Larutan PCBM dibuat dengan melarutkan PCBM dengan pelarut klorobenzen selama 30 menit dengan konsentrasi 0,1%; 0,5% dan 1%. Larutan tersebut kemudian diuji sifat optik menggunakan *spectrometer uv-vis lamda 25* dengan range panjang gelombang 300-800 nm.



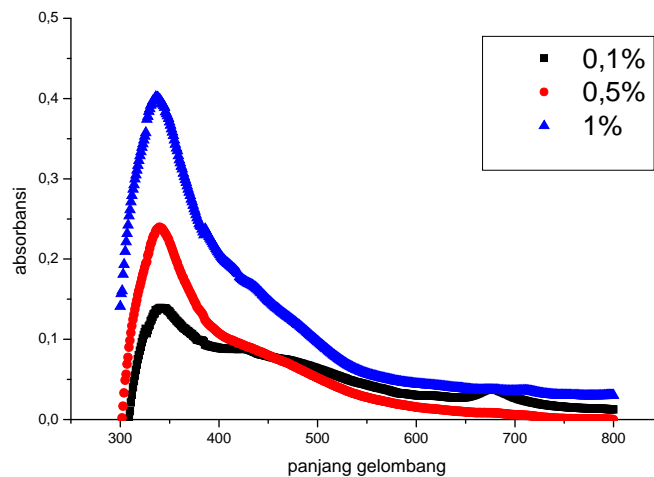
Gambar 3. Spektrum absorpsi klorofil.



Gambar 4. Spektrum absorpsi pcbm dengan variasi konsentrasi.

Gambar 4 menunjukkan spektrum absorpsi PCBM dan konsentrasi, dengan rata-rata puncak berada pada panjang gelombang 350 nm. Pada konsentrasi 0,1% diperoleh absorbansi sebesar 0,07 dan untuk konsentrasi 0,5% absorbansi sama dengan 0,08, sedangkan pada konsentrasi 1% absorbansinya lebih besar dari yang lainnya yaitu 0,1. Dari grafik disimpulkan bahwa PCBM dengan konsentrasi 1% memiliki kemampuan mengabsorpsi cahaya lebih besar daripada yang lainnya.

Pada larutan klorofil dan PCBM yang dicampur dengan perbandingan 1:1 hingga homogen dilakukan uji sifat optik.



Gambar 5. Spektrum absorpsi klorofil *blend* PCBM dengan variasi konsentrasi.

Gambar 5 menunjukkan kemampuan absorbansi cenderung bertambah setelah ditambahkan klorofil pada konsentrasi 0,1% nilai absorbansinya 0,14 dan pada konsentrasi 0,5% nilai absorbansinya 0,24 serta pada konsentrasi 1% nilai absorbansinya 0,42 dan berada pada panjang gelombang 350 nm, ini karena energi cahaya yang diserap oleh klorofil akan menggerakkan elektron sehingga elektron bergerak ke tingkat energi yang lebih tinggi. Satu- satunya foton yang diserap adalah foton yang memiliki energi yang besarnya sama dengan selisih energi antara keadaan dasar dan keadaan tereksitasi dan selisih energi ini berbeda dari satu atom atau molekul. Hasil pengukuran absorbansi dapat ditunjukkan pada Tabel I.

Tabel I. Hasil pengukuran absorbansi.

Konsentrasi	Absorbansi PCBM	Absorbansi PCBM <i>blend</i> klorofil
0,1%	0,07	0,14
0,5%	0,08	0,24
1%	0,1	0,42

Dengan demikian molekul tertentu menyerap foton yang sesuai dengan panjang gelombang tertentu. Dari grafik tersebut juga menunjukkan bahwa PCBM *blend* klorofil dengan konsentrasi 1% memiliki kemampuan mengabsorpsi cahaya lebih besar daripada yang lainnya. Hal tersebut sesuai dengan hukum Lambert-Beer dimana absorbansi cahaya berbanding lurus dengan tingkat konsentrasinya

KESIMPULAN

Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi absorbansi cahayanya juga akan semakin tinggi. Pada penelitian ini konsentrasi 1% memiliki absorbansi yang lebih tinggi dibandingkan yang lainnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada UNS karena penelitian ini didukung dari dana hibah penelitian unggulan UNS tahun 2014.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bahtiar, A., Aprilia, A., Fitrilawati, 2011, "Sel Surya Polimer. *State of art* dan progres penelitiannya di Universitas Padjajaran", *Jurnal Material dan Energy Indonesia*, **1**(1), 7-14.
- [2] Sumaryanti, Utari, Supriyanto, A., Purnama, B., 2011, "Karakterisasi Optik dan Listrik Larutan Klorofil *Spirulina* sp. sebagai *Dye Sensitized Solar Cell*", *Jurnal Material dan Energi Indonesia*, **1**(1), 141-147.
- [3] Supriyanto, A., Kusminarto, Triyana, K., Roto, Salleh, M.M., Umar, A.A., 2010, "Photosensitizing Effect of Porphyrin Films as Organic Photodetector", *Journal of Materials Science and Engineering*, **4**(8), 40-44.
- [4] Chotimah., Triyana, K., Kartini, I., 2012, "Efek Intensitas Cahaya terhadap Efisiensi Konversi Daya Sel Surya Organik *Bulk Heterojunction* Berbasis Poly(3 hexylthiophene) dan Phenyl C61 butyric Acid Methylester, *Prosiding Pertemuan Ilmiah XXVI HFI Jateng & DIY*, Purworejo, 14 April 2012.
- [5] Hummelen, J.C., Knight, B. W., Lepeq, F., Wudl, F.; Yao, J.; Wilkins, C.L., 1995, "Preparation and Characterization of Fulleroid and Methanofullerene Derivatives", *Journal of Organic Chemistry* **60**(3), 532-538.
- [6] Amao, Y., Yamada, Y., Aoki, K., 2004, *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, **164**, 47-51.
- [7] Sastrawan, R., 2006, "Photovoltaic Modules of Dye Solar Cells," Dissertation at University of Freiburg.
- [8] Larkum, A.W.D., Kuhl, M., 2005, *Trends in Plant Science*, **10**(8).